



PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(43) Date of publication of application: **24.09.04**

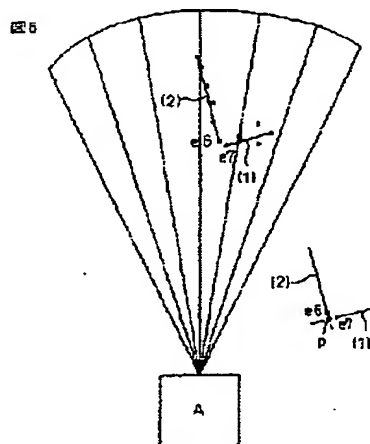
G06T 7/60
G01B 11/00
G06T 1/00
G06T 3/00

(72) Inventor: **ONO DAISAKU**

(57) Abstract:

SOLUTION: In this object recognition method for recognizing an object on the basis of the edge data of an object detected by an imaging means, straight lines approximating a shape formed of a plurality of detected edge data are calculated, and the position of the approximate straight lines is recognized as the position of the object. The approximate straight line is calculated by selecting a pair of edge data whose density values are close from among the plurality of edge data, deciding a retrieval range on the basis of the pair of edge data, and obtaining the shape formed of the pair of edge data and the other edge data existing in the retrieval range.

COPYRIGHT: (C)2004,JPO&NCIPI



Best Available Copy

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-265209

(P2004-265209A)

(43) 公開日 平成16年9月24日(2004.9.24)

(51) Int.Cl. ⁷	F I	テーマコード (参考)
G06T 7/60	G06T 7/60 150B	2F065
G01B 11/00	G06T 7/60 150S	5B057
G06T 1/00	G01B 11/00 H	5L096
G06T 3/00	G06T 1/00 330B	
	G06T 3/00 500A	

審査請求 未請求 請求項の数 15 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2003-55814 (P2003-55814)
 (22) 出願日 平成15年3月3日 (2003.3.3)

(71) 出願人 000237592
 富士通テン株式会社
 兵庫県神戸市兵庫区御所通1丁目2番28号
 (74) 代理人 100077517
 弁理士 石田 敬
 (74) 代理人 100092624
 弁理士 鶴田 準一
 (74) 代理人 100108383
 弁理士 下道 晶久
 (74) 代理人 100082898
 弁理士 西山 雅也
 (74) 代理人 100081330
 弁理士 樋口 外治

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 物体認識方法

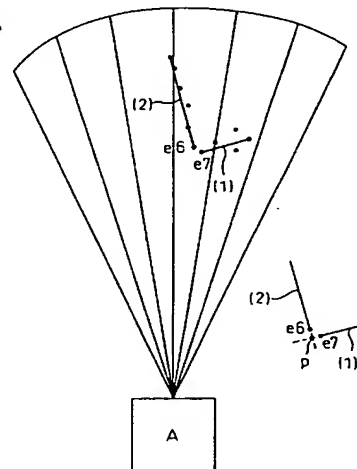
(57) 【要約】

【課題】 前回までに得たエッジ画像と今回得たエッジ画像をエッジ画像の連続性を取って引継ぎ処理したエッジ画像を得る場合に、安定したエッジ画像を得る。

【解決手段】 撮像手段によって検出された物体のエッジデータによって物体を認識する物体認識方法であって、検出された複数のエッジデータが形成する形状の近似直線を求め、該近似直線の位置を物体の位置として認識する。近似直線は、複数のエッジデータのうち濃度値が近い一対のエッジデータを選択し、該一対のエッジデータに基づいて検索範囲を決定し、該一対のエッジデータと該検索範囲内に存在する他のエッジデータが形成する形状から求める。

【選択図】 図6

図6



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

撮像手段によって検出された物体のエッジデータによって物体を認識する物体認識方法であって、先に検出された物体の端部に係る既存のデータが存在しない場合、検出された複数のエッジデータが形成する形状の近似直線を求め、該近似直線の位置を物体の位置として認識する物体認識方法。

【請求項 2】

前記近似直線は、前記複数のエッジデータのうち濃度値が近い一対のエッジデータを選択し、該一対のエッジデータに基いて検索範囲を決定し、該一対のエッジデータと該検索範囲内に存在する他のエッジデータが形成する形状から求める、請求項 1 に記載の物体認識方法。

10

【請求項 3】

前記検索範囲は、前記一対のエッジデータを結ぶ直線から所定の長さの周囲を含む範囲である、請求項 2 に記載の物体認識方法。

【請求項 4】

前記近似直線は、前記一対のエッジデータと検索範囲内に存在する他のエッジデータのうち 2 点のエッジデータから最小二乗法によって求める、請求項 2 に記載の物体認識方法。

【請求項 5】

前記近似直線の信頼度が最も高くなるように前記 2 点のエッジデータを選択する、請求項 4 に記載の物体認識方法。

20

【請求項 6】

撮像手段によって検出された物体のエッジデータによって物体を認識する物体認識方法であって、先に検出された物体の端部に係る既存の近似直線データが存在する場合、該近似直線データに基いて検索範囲を決定し、該検索範囲内に存在する複数のエッジデータが形成する形状の近似直線を新たに求め、該近似直線の位置を物体の位置として認識する物体認識方法。

【請求項 7】

前記検索範囲は、前記既存の近似直線から所定の長さの周囲を含む範囲である、請求項 6 に記載の物体認識方法。

【請求項 8】

前記既存の近似直線の傾きに応じて前記検索範囲を変化させる、請求項 7 に記載の物体認識方法。

30

【請求項 9】

前記近似直線は、検索範囲内に存在するエッジデータの分布から最小二乗法によって求める、請求項 6 に記載の物体認識方法。

【請求項 10】

前記検索範囲は、物体までの検知距離に応じて変化させる、請求項 3 又は 7 に記載の物体認識方法。

【請求項 11】

前記近似直線を直交座標上の一次式 ($y = ax + b$: a 及び b は定数) で表す、請求項 1 又は 6 に記載の物体認識方法。

40

【請求項 12】

前記近似直線の一次式の傾きの絶対値が所定の値より小さい場合、該近似直線の一次式を $y = b$ で置き換える、請求項 11 に記載の物体認識方法。

【請求項 13】

前記近似直線の一次式の傾きの絶対値が所定の値より大きい場合、該近似直線の一次式を $x = c$ (c は定数) で置き換える、請求項 11 に記載の物体認識方法。

【請求項 14】

前記近似直線が複数存在している場合、その端点が互いに近くに存在する近似直線の交点を求め、該交点を前記端点が互いに近くに存在する近似直線の端点とする、請求項 1 又は

50

6に記載の物体認識方法。

【請求項15】

撮像手段によって得られた物体のエッジデータとレーダによって物体を認識する物体認識方法であって、レーダによって物体が検出されたときは、レーダの出力結果に基づいてエッジ画像の検索範囲を設定し、検索範囲にエッジデータが複数存在した場合、エッジデータの分布から近似直線を求め、該近似直線の位置を物体の位置と認識する物体認識方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、レーダと撮像手段による画像認識によって物体を検出し、認識する物体認識方法に関する。

10

【0002】

【従来の技術】

複数のセンサを組合せて物体を検出するセンサをフュージョンセンサという。フュージョンセンサの一例として、カメラによって得た車両等の物体の画像を処理し、物体の端部であるエッジ画像を検出し、レーダによって物体の距離、速度等を特定することによって物体を認識して検出している。従来の処理では画像処理部で得られた物体のエッジ画像をレーダによって距離の補正をし、時系列処理を行って最終的に物体の端部を検出している。しかしながら、車両の端部以外の物体の端部、例えばナンバープレート等の物体の内側に存在する端部がエッジ画像として多く検出されてしまうと、検出された物体の端部の連続性がとれなくなり、安定してエッジ画像を得ることができなくなる。

20

【0003】

先行車両が撮像装置の視野にある限り先行車両の画像データに追尾ウインドウを設定して追尾し、追尾ウインドウ内に捕捉された先行車両までの距離を車載レーダで測定する追尾式距離検出装置が開示されている（特許文献1参照）。

また、物体のエッジを細線で表示し、同一点の追尾において時間 Δt 後の対応点を追尾することが開示されている（特許文献2参照）。

【0004】

【特許文献1】

特開平6-138233号公報

30

【特許文献2】

特許第3055721号

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

本発明の目的は、前回までに得たエッジ画像と今回得たエッジ画像を、エッジ画像の連続性を取って引継ぎ処理したエッジ画像を得る場合に、安定したエッジ画像を得ることをである。

【0006】

【課題を解決するための手段】

本発明の物体認識法によれば、先に検出された物体の端部に係る既存のデータが存在しない場合、検出された複数のエッジデータが形成する形状の近似直線を求め、該近似直線の位置を物体の位置として認識する。

40

前記近似直線は、前記複数のエッジデータのうち濃度値が近い一対のエッジデータを選択し、該一対のエッジデータに基づいて検索範囲を決定し、該一対のエッジデータと該検索範囲内に存在する他のエッジデータが形成する形状から求める。前記検索範囲は、前記一対のエッジデータを結ぶ直線から所定の長さの周囲を含む範囲である。

また、前記近似直線は、前記一対のエッジデータと検索範囲内に存在する他のエッジデータのうち2点のエッジデータから最小二乗法によって求める。そして、前記近似直線の信頼度が最も高くなるように前記2点のエッジデータを選択する。

【0007】

50

本発明の物体認識法によれば、先に検出された物体の端部に係る既存の近似直線データが存在する場合、該近似直線データに基いて検索範囲を決定し、該検索範囲内に存在する複数のエッジデータが形成する形状の近似直線を新たに求め、該近似直線の位置を物体の位置として認識する。

前記検索範囲は、前記既存の近似直線から所定の長さの周囲を含む範囲であり、前記既存の近似直線の傾きに応じて前記検索範囲を変化させることができる。

また、前記近似直線は、検索範囲内に存在するエッジデータの分布から最小二乗法によって求める。

【0008】

本発明の物体認識法によれば、上記検索範囲は物体までの検知距離に応じて変化させることができる。

また、前記近似直線を直交座標上の一次式 $y = ax + b$ (a 及び b は定数) で表し、近似直線の一次式の傾きの絶対値が所定の値より小さい場合、一次式を $y = b$ で置き換え、近似直線の一次式の傾きの絶対値が所定の値より大きい場合、近似直線の一次式を $x = c$ (c は定数) で置き換える。

また、前記近似直線が複数存在し、その端点が互いに近くに存在する近似直線の交点を求め、該交点を前記端点が互いに近くに存在する近似直線の端点とする。

【0009】

本発明の物体認識法によれば、レーダによって物体が検出されたときは、レーダの出力結果に基いてエッジ画像の検索範囲を設定し、検索範囲にエッジデータが複数存在した場合、エッジデータの分布から近似直線を求め、該近似直線の位置を物体の位置と認識する。

【0010】

【発明の実施の形態】

図1は本発明方法に用いる画像認識装置のブロック構成図である。図において、10はフュージョンセンサ部であり、20はアプリケーション部である。フュージョンセンサ部10において、13はレーダ、例えばミリ波レーダであり、先行車両等の前方に位置する物体との距離、相対速度、検知角度、受信レベル等を検出する。レーダで検出されたこれらの情報は物体識別部14に入力する。一方、11はカメラ装置で、複眼カメラの場合は複数のカメラ、例えば2台のカメラが自車の前方の画像を取り込むように車両の左右に距離をおいて設置される。また、単眼カメラの場合、1台のカメラが自車の前方の画像を取り込むように車両に設置されている。

【0011】

カメラ11から得られた画像情報は画像処理部12に送られ、ここで画像情報は処理されて先行車両等の前方に位置する物体との距離、検出角度、高さ、幅等の情報が得られる。そして、これらの情報も物体識別部14に送られ、ここで処理されて先行車両との距離、相対速度等、先行車両に関する情報が得られる。また、同時に道路の側部に存在する物体や道路の上方に存在する構造物、あるいは標識等の情報を得ることができる。これらの情報は制御ECU21に入力し、これに基いてECUはアクセル22、ブレーキ23、ステアリング24等の制御を行う。

【0012】

図2は、先行車両をカメラで捕らえた画像と、その画像の縦エッジデータを抽出して形成された場合のエッジ画像を示したものである。図2において(a)はカメラで捕らえた画像であり、(b)は前回までに得たエッジ画像である。(c)は今回検出されたエッジ画像であり、(d)は前回までに得たエッジ画像(b)と今回得たエッジ画像(c)を時系列処理した、即ち、前回までに得たエッジ画像と今回得たエッジ画像をエッジ画像の連続性を取って引継ぎ処理したエッジ画像である。

【0013】

図2に示したエッジ画像の場合、車両の端部のみがエッジ画像として抽出されており、従って、前回までに得たエッジ画像と今回得たエッジ画像をエッジ画像の連続性を取って引継ぎ処理して新たなエッジ画像を得る場合、対応関係が明確になっているため、新たなエ

10

20

30

40

50

ッジ画像を安定して得ることができる。

しかし、先行車両等の自車の前方にある物体を検出する場合、その端部の輪郭が検出できればよく、従って、端部以外のエッジを検出する必要性は大きくない。逆に、端部以外の物体の輪郭の内側の、例えばナンバープレート等のエッジが検出されると、前回までに得たエッジ画像と今回得たエッジ画像をエッジ画像の連続性を取って引継ぎ処理した場合、物体の内側のエッジが検出されたりされなかったりするため、新たなエッジ画像を安定して得ることができない。

【0014】

図3は、図2の場合と異なり、物体の端部のエッジとともに内側のエッジが検出され、検出されたエッジの数が多い場合のエッジ画像を示したものである。図3において、(a)はカメラで捕らえた画像であり、(b)は前回までに得たエッジ画像である。(c)は今回検出されたエッジ画像であり、物体の端部のエッジの他に内側のエッジも検出されている。(d)は前回までに得たエッジ画像(b)と今回検出されたエッジ画像(c)を時系列処理した、即ち、前回までに得たエッジ画像と今回検出されたエッジ画像をエッジ画像の連続性を取って引継ぎ処理したエッジ画像である。

【0015】

図3に示されているように、前回までに得たエッジ画像(a)は物体の輪郭のみであるが、今回検出されたエッジ画像(c)は端部のエッジの他に内側のエッジも検出されている。そのため、前回までのエッジ画像(a)と今回検出されたエッジ画像の時系列処理をする場合、連続性のないエッジがあるため(d)に示すように時系列処理が不安定になる。

【0016】

図4は、先行車両等の物体のエッジをカメラにより検出し、検出されたエッジまでの距離と角度に基いてエッジの位置を2次元座標に表示した図である。図4において、Aは自車でありBは先行車両である。また、e1-e11はエッジの位置である。

これまではこれら個々のエッジの連続性を求めて時系列処理をしていたが、エッジの数が多い場合にはすべてのエッジが毎回検出されるとは限らず、連続性を追いかけるのが困難であり、上記のように時系列処理が不安定となってしまう。

そこで、本発明では、個々のエッジの連続性を追いかけるのではなく、複数のエッジを集合として捉え、複数のエッジの集合が形成する形状の連続性を取るようにしたものである。

【0017】

次に、エッジの集合が形成する形状を、本発明ではどのようにとらえているかについて説明する。まず、図4の複数のエッジe1-e11の中からエッジの濃度値が近い一対のエッジe7とe11を選択して組み合わせる。

図5は選択された一対のエッジe7とe11に基き、物体を認識するために用いるエッジの検索範囲をどのように設定するかについて、その一例を示した図である。この場合、距離の誤差を考慮して次のように検索範囲を設定する。まず、選択されたエッジe7とe11を中心にして車両の進行方向の上下に幅xの点e7(p1)、e7(p2)、及びe11(p1)、e11(p2)を設定する。xは、例えばe7-e11間の長さの20-30%又は2-3mとする。次に、e7(p1)とe11(p2)を結ぶ線、及びe7(p2)とe11(p1)を結ぶ線を幅yだけ延長し、延長した線の端点を結ぶ。以上のようにして形成された範囲(並行四辺形Pと2つの台形T1、T2)からなる検索範囲が規定される。なお、上記検索範囲は一例であり、選択されたエッジe7とe11を結ぶ線の周囲の所定の範囲を規定すればよい。

なお、検索範囲は物体の検知距離に応じて可変にすることができる。例えば、物体の検知距離が大きい場合には検索範囲を広くし、小さい場合には検索範囲を狭くする。

【0018】

図5において、エッジe7とe11の周辺にはエッジe8、e9、e10が存在するが、上記検索範囲に含まれるエッジはe8とe9であり、e10は含まれない。そこで、検索範囲に含まれるエッジe7、e8、e9、e11からなるエッジの集合から全体の形状を

求める。まず、エッジ e_7 、 e_8 、 e_9 、 e_{11} の分布から、例えば最小二乗法によってこれら複数のエッジが形成する形状の近似直線を求める。なお、検索範囲にエッジデータが2つ (e_8 、 e_9) だけではなく、3つ以上存在すれば、これらを含めて近似直線を求める。

同様に、図4のエッジ $e_1 - e_6$ の集合から検索範囲を規定し、検索範囲に含まれるエッジの分布から最小二乗法によって複数のエッジ $e_1 - e_6$ が形成する形状の近似直線を求める。

【0019】

上記説明では、一対のエッジデータ e_7 、 e_{11} の他に検索範囲に存在するエッジデータをすべて用いたが、4つ又はそれ以上存在する場合には、一対のエッジデータとこれら他のエッジデータから選択した、例えば2つのエッジデータ (計4つのエッジデータ) から近似直線を求め、最も信頼度が高い近似直線を求め、それを採用することもできる。

【0020】

図6は上記方法によって求めた近似直線を示した図である。一方のエッジの集合から近似直線(1)が、他方のエッジの集合から近似直線(2)がそれぞれ求められる。自車Aからこの直線の両端点までの距離と角度はすでに判明しているので、すでに判明している上記距離と角度から両端点の横位置を求める。そして上記距離をy軸とし横位置をx軸とする直交xy座標上に近似直線を表示し、その傾き a とy軸との切片 b 、及びその端点の位置を求める。 a と b が求められると、近似直線の式 $y = ax + b$ が得られる。近似直線の端点の位置は自車を起点として放射状に広がる座標上における起点からの距離と角度によって特定できる。このように近似直線の式と端点の位置によって近似直線を規定することができる。

上記のように検出されたエッジの集合からから近似直線を求めると、次の検出においてはこれらの近似直線が既検出物体のデータとなる。

【0021】

図6に示すように、近似直線が2つ又はそれ以上存在する場合であって、近似直線の端点同士が互いに近い場合には近似直線の交点を求め、それを近似直線の端点とする。例えば、図6に示すように近似直線(1)と(2)の端点 e_7 と e_{11} が互いに近い場合には、近似直線(1)と(2)を延長し、その交点 p をこれら近似直線の端点とする。

【0022】

次に、既検出データが存在する場合、即ち、先に検出された物体の端部に係る既存の近似直線データが存在する場合、次のルーチンで検出されたエッジデータとの間でどのように時系列処理を行うかについて説明する。

【0023】

図7は、前回までに近似直線(1)、(2)が既検出物体の端部の形状として規定されている場合、今回検出されたエッジのうち連続性を取って引継いで時系列処理をする範囲(検索範囲)を示したものである。直線(1)に対して区画線 L_{11} と L_{12} に囲まれた範囲、及び直線(2)に対して区画線 L_{21} と L_{22} に囲まれた範囲が、時系列処理の対象となる範囲である。それぞれの区画線と近似直線(1)、(2)間の距離は、例えば、直線(1)、(2)の長さの20-30%又は2-3mとする。また、直線(1)、(2)の端点からの距離は、区画線と直線間の距離と同じとする。なお、検索範囲は物体の検知距離に応じて可変にすることができる。例えば、物体の検知距離が大きい場合には検索範囲を広くし、小さい場合には検索範囲を狭くする。

【0024】

図8は、近似直線(1)に対して時系列処理をする範囲を示したものである。 E_1 、 E_2 、 E_3 は今回検出されたエッジを示しており、時系列処理をする範囲に存在するエッジは E_1 と E_3 であり、 E_2 は範囲外にあるので時系列処理の対象とはならない。このように個々のエッジを時系列処理するのではなく、エッジの集合から近似直線を求め、この近似直線に基づいて時系列処理する範囲(検索範囲)を規定し、この範囲に含まれる新たな検出エッジを対象に時系列処理を行うので、安定した処理を行うことができる。

10

20

30

40

50

【0025】

図9は、本発明により時系列処理を行った場合の処理の状態を示した図である。(a)はカメラで捕らえた画像であり、(b)は前回までに得たエッジ画像である。(c)は今回検出されたエッジ画像であり、物体の端部だけでなく内側のエッジも検出されている。(d)は前回までに得たエッジ画像(b)と今回得たエッジ画像(c)を時系列処理したエッジ画像である。

この場合、前回までに得たエッジ画像は2本の直線であるため、今回検出されたエッジのうち、この直線に基いて規定された範囲にあるエッジのみが時系列処理の対象となる。これらのエッジの位置関係から、前回までに得た2本のエッジで作る面の状態を算出し直し、その上で2本のエッジを時系列処理するため、今回検出されたエッジを前回の検出結果に基いて時系列処理を行った結果は、図9(d)に示すように物体の端部のみのエッジ画像となる。

【0026】

〔実施例1〕

図10は、本発明の実施例を示すフローチャートである。このフローチャートにおける動作は、図1に示した画像認識装置の物体識別部14で行われる。他のフローチャートの場合も同じである。

図10に示したフローチャートは、レーダによって物体が検出された場合に物体の位置をエッジによって求める場合を示している。

【0027】

図10のフローチャートにおいて、レーダによって物体が検出されたかどうか判断される(S1)。物体が検出されたなら(Yes)、レーダの出力結果を基準に撮像手段によって検出されたエッジデータの検索範囲を設定し(S2)、検索範囲内に存在するエッジデータを検索する(S3)。次に、検索されたエッジデータの数が2以上であるかどうかを判断する(S4)。2以上であれば(Yes)、検索された2以上のエッジデータの分布から近似直線の式 $y=b$ を求める。レーダで検出した場合には、レーダのビームは車両の進行方向に対してほぼ直角な面に当たって反射してくるので、検索された複数のエッジが形成する近似直線の式は、進行方向に平行な直線をy軸とすると $y=b$ となる。次に、レーダの反射信号のレベルから物体の左右両端点の位置を求める(S6)。

【0028】

〔実施例2〕

図11は、本発明の別の実施例を示すフローチャートである。このフローチャートは、前回までのルーチンで物体の端部に係る既存の近似直線データが既に存在する場合に、物体の位置をエッジデータによって求める場合を示している。

図10に示すフローチャートのS1において、レーダによって物体が検出されていない(No)と判断された場合、図11に示すように物体の近似直線データが既に存在するかどうか判断される(S7)。既にデータが存在すれば(Yes)、既存のデータに基いて検索範囲を設定し(S8)、設定された検索範囲内に存在するエッジデータを検索する(S9)。

上記検索範囲は上記近似直線の傾きによって変えることができるようにする。傾きが大きいときには距離方向に伸びているので検索範囲を広くとり、誤差が大きくなるようにする。反対に傾きが小さいときには検索範囲を狭くする。

【0029】

次に、検索されたエッジデータの数が2以上であるかどうか判断される(S10)。エッジデータの数が2以上であれば(Yes)、検索範囲内のすべてのデータから近似曲線を求め、その傾きaと切片bを求める(S11)。そして、傾きaが所定の値より小か、即ち、近似直線がx軸にほぼ平行かどうか判断する(S12)。Yesであれば、近似直線の式を $y=b$ とする(S13)。次に、検索範囲内の角度が最も左と右のデータから近似直線の左右の端点の位置を更新する(S14)。なお、bはエッジの平均距離である。

【0030】

10

20

30

40

50

一方、S 1 2でN oであった場合、傾き a が所定の値より大か、即ち、近似直線が y 軸にほぼ平行かどうか判断する (S 1 5)。Y e sであれば、直線の式を $x = c$ とし (S 1 6)、近似直線の左右の端点の位置を更新する (S 1 4)。S 1 5でN oであれば、即ち、近似直線が x 軸にも y 軸にほぼ平行でない場合、近似曲線の式は S 1 1で求めたように $y = a x + b$ となり、近似直線の左右の端点の位置を更新する (S 1 4)。なお、c はエッジの横位置の平均値である。

【0031】

S 1 0で検索されたエッジデータの数が2以上でない場合 (N o)、エッジデータのロスト処理が行われる。即ち、データロストカウンタのカウント数が増やされ (S 1 7)、データロストカウンタ数が閾値 T h 以上であるかどうか判断される (S 1 8)。閾値 T h 以上であった場合には (Y e s)、物体ロストと判断され (S 1 9)、そうでない場合には (N o) そのまま次のルーチンに進む。

【0032】

〔実施例3〕

図12は、本発明のさらに別の実施例を示すフローチャートである。このフローチャートは、前回までのルーチンで物体の既存のデータが存在しない場合に、物体の位置をエッジによって求める場合を示している。

図11に示すフローチャートのS7において、既存のエッジデータが存在していない (N o) と判断された場合、図12に示すように検出されたエッジデータのうち濃度値が近い一対のエッジデータが存在するかどうかを判断する (S20)。存在する場合 (Y e s)、一対のエッジデータに基づき検索範囲を設定し (S21)、信頼度初期値を設定する (S22)。この場合信頼度初期値として、例えば0に設定する。

【0033】

図13は、エッジデータの位置とこの位置に基づいて最小二乗法によって求めた近似直線 $y = a x + b$ の信頼度について説明するための図である。最小二乗法では、近似曲線 ($y = a x + b$) の評価として、予測される y の値と実際の y の値を比較して、信頼度として0から1の範囲の数値を計算する。

エッジ e 1 (x_1, y_1) について言えば、実際の y の値は y_1 であり、予測される y の値は最小二乗法で求めた近似直線上の y の値である $a x_1 + b$ となる。従って、エッジ e 1 の実際の y の値 y_1 と近似直線上の y の値である $a x_1 + b$ の差が小さければ信頼度は高くなる。

【0034】

近似直線と近似直線を求めるために用いたすべてのエッジ (この図では e 1、e 2、e 3、e 4 の4点) の間の信頼度 r を求める式は以下のようになる。

【数1】

$$r = \{ (\text{総和の2乗}) - (\text{剰余の2乗}) \} / (\text{総和の2乗})$$

$$= \{ \sum (\bar{y} - y_i)^2 - \sum ((ax_i + b) - y_i)^2 \} / \sum (\bar{y} - y_i)^2$$

(ただし、 $\bar{y} = \sum y_i / n$)

n はエッジデータの数であり、従って \bar{y} はエッジデータの y の値の平均値となる。

この数値が1に近かければ信頼度は高くなり、0に近ければ信頼度は低くなる。上記式からわかるように、信頼度 r の値を大きくするためには、総和の2乗を大きくするか、剰余の2乗を小さくすることが必要である。総和の2乗を大きくするためには、x のサンプル

10

20

30

40

50

範囲をできる限り広くとり、剰余の2乗を小さくするためにサンプル点をできるだけ少なくする。

【0035】

図12のフローチャートに戻り、検索範囲内に上記一対のエッジデータの他に2点のエッジデータが存在するかどうか判断する(S23)。存在すれば(Yes)、一対のエッジデータ及び検索範囲内の他の2点のエッジデータの計4点のエッジデータに基き、近似直線の式と信頼度 r を求める(S24)。次に、信頼度が今までのルーチンで最大であるかどうか判断する(S25)。最大であれば(Yes)、信頼度を更新し(S26)、S23に戻る。一方、S25で信頼度が最大でなければ(No)、そのままS23に戻る。

【0036】

S25でNoの場合、及びS26で信頼度を更新した場合、S23に戻り前記検索範囲内の他の2点のエッジデータの他に、別の2点のエッジデータが存在するかどうか判断する。存在すれば(Yes)、前記一対のエッジデータ及び検索範囲内の別の2点のエッジデータの計4点のエッジデータに基き、再度近似直線の式と信頼度 r を求め(S24)、信頼度が今までのルーチンで最大であるかどうか判断する(S25)。同様の動作を繰り返して信頼度を更新し、S23で検索範囲内の別の2点のエッジデータが存在しなくなった場合(No)、S27に進む。この時点で、信頼度の最も高い近似直線が得られている。

【0037】

上記説明では4点のエッジデータに基づき近似直線を求めたが、一対のエッジデータと検索範囲内の他のエッジデータすべてに基づいて近似直線を求めてもよい。

【0038】

S27では信頼度が初期値かどうか判断される(S27)。信頼度が初期値であれば(Yes)信頼度は更新されていないのでS20に戻る。S27で信頼度が初期値でないと判断された場合(No)、初期値より信頼度の高い近似直線が求められたこととなる。次に、近似直線の傾き a が所定の値より小か、即ち、近似直線が x 軸にほぼ平行かどうか判断する(S28)。Yesであれば、直線の式を $y = b$ とし(S29)、検索範囲内の角度が最も左と右のデータから近似直線の左右の端点の位置を更新する(S32)。なお、 b はエッジの平均距離である。

【0039】

S28で直線の傾き a が所定の値より小でない場合(No)、傾き a が所定の値より大か、即ち、近似直線が y 軸にほぼ平行かどうか判断する(S30)。Yesであれば、直線の式を $x = c$ とし(S31)、近似直線の左右の端部の位置を更新する(S32)。S30でNoの場合、即ち、近似直線が x 軸にも y 軸にもほぼ平行でない場合、S24で求めたように近似曲線の式は $y = ax + b$ となり、近似直線の左右の端点の位置を更新する(S32)。なお、 c はエッジの横位置の平均値である。

【0040】

【発明の効果】

本発明によれば、検出された個々のエッジデータの連続性を追いかけるのではなく、複数のエッジデータを集合として捕らえ、これら複数のエッジデータの集合が形成する形状の連続性を取るようにしたので、安定してエッジ画像を引き継ぐことができ、物体認識を安定して行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明方法に用いる画像認識装置のブロック構成図である。

【図2】先行車両をカメラで捕らえた画像と、その画像の縦エッジを抽出したエッジ画像を示した図である。

【図3】先行車両をカメラで捕らえた画像と、その画像の縦エッジを抽出したエッジ画像を示した図である。

【図4】先行車両等のターゲットのエッジを画像認識により検出した場合のエッジの位置を二次元座標に表示した図である。

【図5】選択された一対のエッジに基き、検索範囲をどのように設定するかについて一例

10

20

30

40

50

を示した図である。

【図 6】 近似直線を示した図である。

【図 7】 前回までに求めた近似直線に基づき、時系列処理をする範囲を示した図である。

【図 8】 前回までに求めた近似直線に基づき、今回検出されたエッジのうち時系列処理をする範囲を示した図である。

【図 9】 本発明により時系列処理を行った場合の処理状態を示した図である。

【図 10】 本発明の実施例を示すフローチャートである。

【図 11】 本発明の実施例を示すフローチャートである。

【図 12】 本発明の実施例を示すフローチャートである。

【図 13】 最小二乗法で求めた近似直線の信頼度を説明するための図である。

10

【符号の説明】

10 … フュージョンセンサ部

11 … カメラ

12 … 画像処理部

13 … レーダ

14 … 物体識別部

20 … アプリケーション部

21 … 制御 ECU

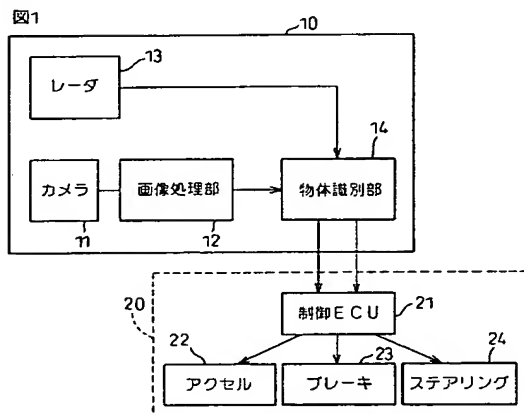
22 … アクセル

23 … ブレーキ

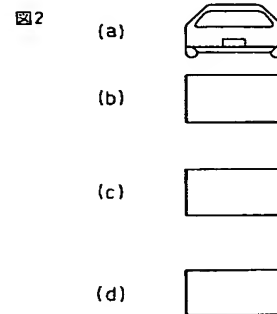
24 … ステアリング

20

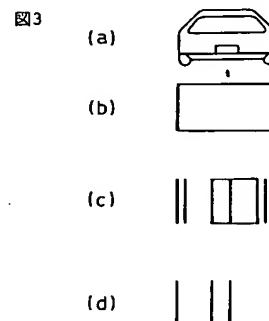
【図 1】



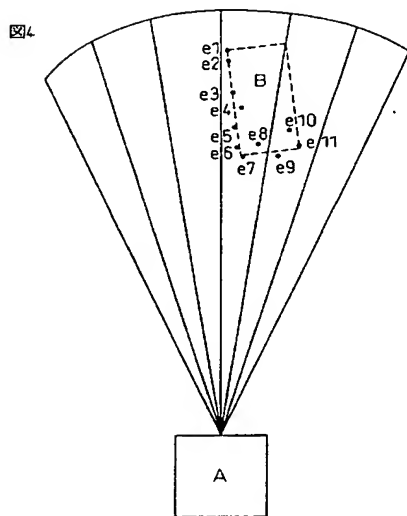
【図 2】



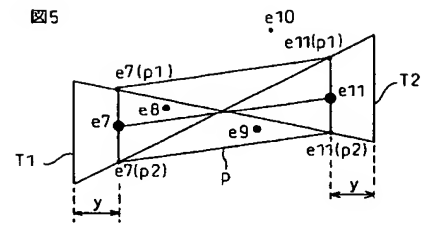
【図 3】



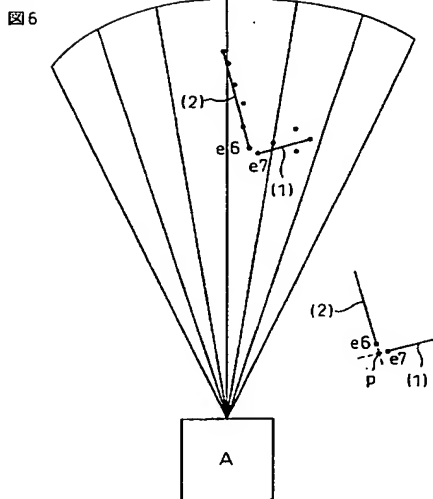
【 図 4 】



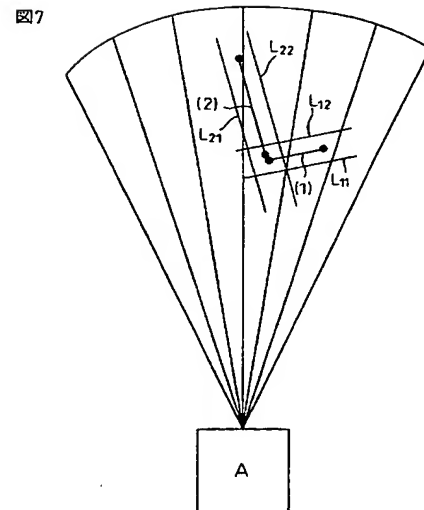
【 図 5 】



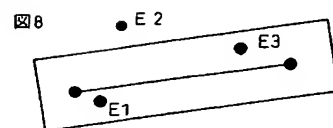
【 図 6 】



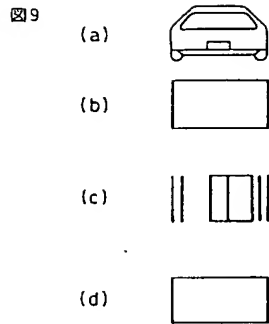
【 図 7 】



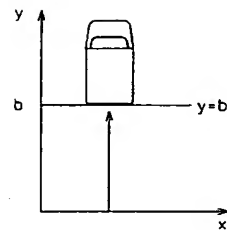
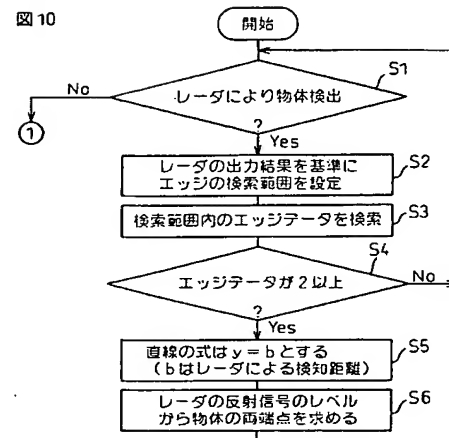
【 図 8 】



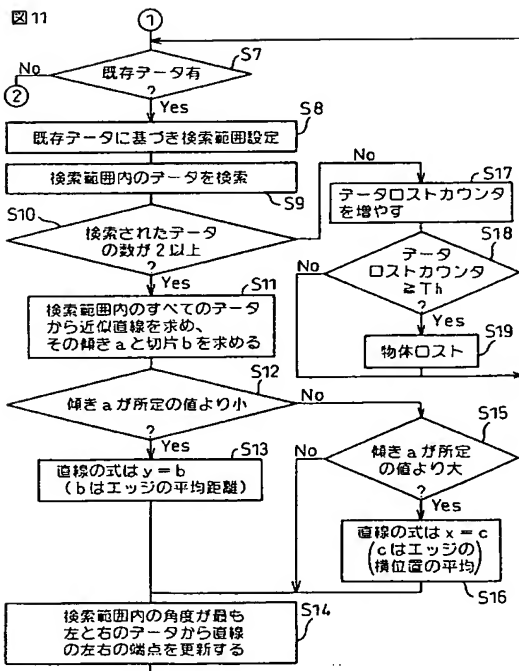
【図 9】



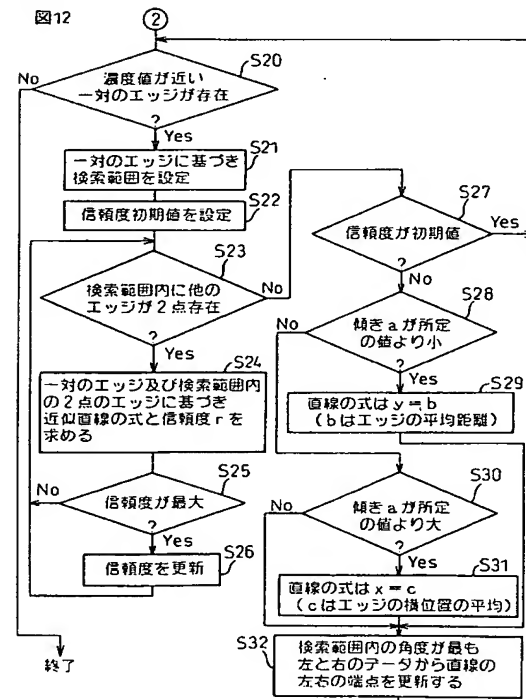
【図 10】



【図 11】

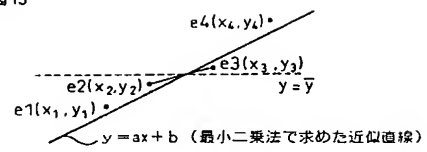


【図 12】



【図 13】

図13



フロントページの続き

(72)発明者 小野 大作

兵庫県神戸市兵庫区御所通1丁目2番28号 富士通テン株式会社内

Fターム(参考) 2F065 AA01 AA06 AA12 AA23 AA31 BB15 CC11 FF04 FF64 FF65

JJ03 QQ18 QQ31 QQ42

5B057 AA16 BA02 CA12 CA16 CB12 CB17 CC03 CE15 CF05 DA07

DA12 DB02 DB09 DC08 DC09 DC16

5L096 BA04 DA02 FA03 FA06 FA32 FA67 FA69 FA73 GA32

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.